

특 2002-0027373

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.  
H01L 21/3065

(11) 공개번호 특2002-0027373  
(43) 공개일자 2002년04월13일

(21) 출원번호 10-2001-7016764  
(22) 출원일자 2001년12월28일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2000/40229  
(86) 국제출원출원일자 2000년06월14일  
(81) 지정국 (87) 국제공개번호 WO 2001/00901  
(87) 국제공개일자 2001년01월04일  
국내특허 : 일본 대한민국 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 리히텐슈타인 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지아 헝가리 이스라엘 아이슬란드 케냐 키르기즈 북한 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 아랍에미리트 안티구아바루다 코스타리카 도미니카연방 알제리 모로코 탄자니아 남아프리카 모잠비크 그레나다 가나 감비아 크로아티아 인도네시아 인도 시에라리온 유고슬라비아 짐바브웨 AP-ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 시에라리온 가나 감비아 짐바브웨 모잠비크 탄자니아  
EA-유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄  
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스  
OA-OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비소

(30) 우선권주장 09/343,692 1999년06월30일 미국(US)  
(71) 출원인 램 리서치 코퍼레이션 리처드 에이치. 로브그렌  
(72) 발명자 마합중국, 캘리포니아 94538-6470, 프레몬트, 쿼섬 파크웨이 4650  
스티거로버트제이.  
미국캘리포니아94024로스앨토스홈스테드코트#3072240  
창크리스  
미국캘리포니아94087캐니베일핀치웨이1571  
(74) 대리인 이영필, 권석훈

심사청구 : 없음

(54) 반도체 제조 장비의 침식 방지 부품 및 그 제조방법

요약  
플라즈마 챔버와 같은 반도체 제조 장비의 침식 방지 부품은 인 니켈 도금막 및 알루미늄, 실리콘 카바이드, 실리콘 나이트라이드, 붕소 카바이드 또는 알루미늄 나이트라이드와 같은 외각 세라믹 코팅막으로 코팅된 알루미늄 또는 알루미늄 합금, 스테인레스 스틸, 또는 내화 금속과 같은 금속 표면을 포함한다. 상기 인 니켈 도금막은 무전해 도금법(electroless plating)에 의해 증착될 수 있고, 상기 세라믹 코팅막은 열 스프레이법에 의해 증착될 수 있다. 상기 세라믹 코팅막의 접착을 증진시키기 위하여, 상기 세라믹 코팅막을 증착하기 전에 상기 인 니켈 도금막에 표면 거칠기 처리(surface roughening treatment)가 행해질 수 있다.

도면

도1

명세서

# 기술분야

본 발명은 반도체 제조 장비 및 그 부품의 침식 방지를 개선하는 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

반도체 제조 분야에서, 진공 공정 챔버는 진공 챔버에 식각 또는 증착 가스를 공급하고 상기 가스를 플라즈마 상태로 활성화시키기 위해 RF 전력을 인가함으로써 식각하거나 기판 상에 물질을 화학기상증착(CVD)하는 데 일반적으로 사용된다. 평행판, 유도결합플라즈마(inductively coupled plasma; ICP)라고도 불리는 변압결합플라즈마(transformer coupled plasma; TCP) 및 전자-사이클로트론 공명(electron-cyclotron resonance; ECR) 반응기와 그 부품들의 예가 공동소유인 미국 특허 제4,340,462호, 제4,948,458호, 제5,200,232호 및 제5,820,723호에 개시되어 있다. 이러한 반응기에서의 플라즈마 분위기의 침식 특성과 불순물 및/또는 중금속 오염을 최소화하기 위한 요구 때문에, 장비의 부품들은 높은 침식 저항을 나타내는 것이 바람직하다.

반도체 기판을 처리하는 동안, 기판은 기계적 클램프(mechanical clamp)와 정전기적 클램프(electrostatic clamp; ESC)와 같은 기판 홀더에 의해 진공 챔버내에 놓이게 된다. 클램핑 시스템과 그 부품들의 예는 공동소유인 미국 특허 제5,262,029호 및 제5,838,529호에서 발견된다. 공정 가스는 가스 노즐(gas nozzle), 가스 링(gas ring), 가스 분배판(gas distribution plate) 등에 의해 다양한 방식으로 챔버로 공급될 수 있다. 유도결합 플라즈마 반응기 및 그 부품들을 위한 온도 조절 가스 분배판의 예가 공동소유인 미국 특허 제5,863,376호에서 발견된다. 플라즈마 챔버 장비뿐만 아니라, 반도체 기판을 처리하는 데 사용되는 다른 장비는 운송 메카니즘, 가스 공급 시스템, 라이너(liner), 리프트 메카니즘(lift mechanism), 로드락(load lock), 도어 메카니즘(door mechanism), 로봇암(robotic arm), 조임체(fastener)와 같은 것을 포함한다. 이러한 장비의 부품들은 반도체 공정과 관련하여 다양한 침식 환경에 놓이게 된다. 더구나, 실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 기판 및 평판 디스플레이(flat panel display)에 사용되는 유리 기판과 같은 절연 물질을 처리하기 위한 높은 청정 요건(high purity requirement)의 면에서, 높은 침식 저항을 갖는 부품들이 이러한 환경에 적합하다.

알루미늄과 알루미늄 합금은 플라즈마 반응기의 벽, 전극, 기판 지지대, 조임체 및 다른 부품에 주로 사용되고 있다. 이러한 금속 부품들의 침식을 방지하기 위하여, 알루미늄 표면을 다양한 코팅 방식으로 코팅하기 위한 다양한 기술들이 제안되고 있다. 예를 들면, 미국 특허 제5,641,375호는 알루미늄 챔버 벽이 플라즈마 침식 및 벽의 마모(wear)를 줄이기 위하여 양극 산화처리되는(anodized) 것에 관하여 개시하고 있다. 상기 375 특허는 양극 산화처리층이 결국 스퍼터되거나 식각되고 상기 챔버는 대체되어야 한다고 하고 있다. 알루미늄 물질상에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlC, TiN, TiC, AlN 등과 같은 침식 방지막을 형성하는 기술이 일본 출원공개번호 제62-103379호에서 발견된다고 미국 특허 제5,895,586호에 기재되어 있다.

식각 챔버의 금속 표면상에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 화염 스프레이(flame spray)하기 위한 기술이 미국 특허 제4,491,496호에 개시되어 있다고 미국 특허 제5,680,013호에 기재되어 있다. 알루미늄과 알루미늄 산화막과 같은 세라믹 코팅막 사이의 열팽창 계수의 차는 열적 사이클링과 침식 환경에서의 상기 코팅막의 파괴로 인해 상기 코팅막에 크랙(crack)을 유발한다고 상기 013 특허에 기재되어 있다. 챔버 벽을 보호하기 위하여, 미국 특허 제5,366,585호, 제5,798,016호 및 제5,885,356호는 라이너 배열을 제안하고 있다. 예를 들면, 제5,366,585호는 세라믹, 알루미늄, 스틸(steel) 및/또는 석영(quartz)으로 이루어진 라이너에 대하여 개시하고 있으며, 알루미늄은 기계가공성이 용이하기 때문에 바람직하고, 알루미늄 산화막, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 또는 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 코팅막을 가지며, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 플라즈마로부터 상기 알루미늄의 보호를 제공하기 위해 알루미늄을 코팅하는데 바람직하다고 개시하고 있다. 585 특허는 적어도 0.005 인치의 두께를 가지며, 고체 알루미늄으로 가공된 특립된 세라믹 라이너에 대하여 개시하고 있다. 585 특허는 또한 하부 알루미늄을 소모없이 없이 증착되는 세라믹층의 사용은 화염 스프레이된 또는 플라즈마 스프레이된 알루미늄 산화막에 의해 제공될 수 있음을 언급하고 있다. 356 특허는 웨이퍼 페데스탈(wafer pedestal)을 위하여 알루미늄으로 이루어진 세라믹 라이너와 알루미늄 나이트라이드로 이루어진 세라믹 보호층에 관하여 개시하고 있다. 미국 특허 제5,885,356호는 CVD 챔버에 사용하기 위한 세라믹 라이너 물질들에 대하여 개시하고 있다.

다양한 코팅 기법이 반도체 공정 장비의 금속 부품들을 위해 제안되고 있다. 예를 들면, 미국 특허 제5,879,523호는 열 스프레이 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 코팅막이 스테인레스 스틸 또는 알루미늄과 같은 금속에 적용되고 그 상이에는 선택적 NiAl, 본딩 코팅막을 갖는 스퍼터링 챔버에 대하여 개시하고 있다. 미국 특허 제5,522,932호 및 제5,891,53호는 기판과 로딩 코팅막 사이에 선택적 니켈 코팅막을 갖는 기판의 플라즈마 처리에 사용되고 있는 장치의 금속 부품들 로딩 코팅하는 것에 관하여 개시하고 있다. 미국 특허 제5,680,013호는 플라즈마 공정 챔버 내의 금속 표면용 비결합 세라믹 보호층에 관하여 개시하고 있으며, 바람직한 상기 세라믹 물질들은 알루미늄 산화막, 마그네슘 플루오라이드(magnesium fluoride) 및 마스네슘 산화막을 포함하는 소량의 불순물을 갖는 소결 AlN이라고 하고 있다. 미국 특허 제5,904,778호는 챔버 벽, 챔버 뚜껑 또는 웨이퍼 주위의 칼라(collar)로 사용하기 위한 독립적으로 설치된 SiC 상의 SiC CVD 코팅막에 관하여 개시하고 있다.

사위헤드 가스 분배 시스템과 같은 플라즈마 반응기 부품과 관련하여, 상기 사위헤드의 물질에 대한 다양한 제한이 있어 왔다. 예를 들면, 공동소유인 미국 특허 제5,569,356호는 실리콘, 흑연 또는 실리콘 카바이드로 이루어진 사위헤드에 관하여 개시하고 있다. 미국 특허 제5,494,713호는 알루미늄 전극 및 실리콘 산화막과 같은 실리콘 코팅막 상에 알루미나이트(alumite)막을 형성하거나 또는 상기 알루미나이트 막 상에 실리콘 나이트라이드를 형성하는 것에 관하여 개시하고 있다. 상기 713 특허는 알루미늄 코팅막, 알루미나이트 코팅막 및 실리콘 코팅막은 각각 다른 선택된 팽창 계수를 가지며, 실리콘 코팅막의 두께가 너무 두꺼울 때 크랙이 쉽게 발생하기 때문에 실리콘 코팅막의 두께가 10 $\mu$ m 이하이어야 하고, 바람직하게는 약 5 $\mu$ m 정도라고 하고 있다. 그러나, 5 $\mu$ m 미만의 두께는 알루미늄 기판의 보호가 충분하지 않기 때문에 바람직하지 않다고 하고 있다. 미국 특허 제4,534,516호는 스테인레스 스틸, 알루미늄, 구리 등으로 이루어진 상부

사워헤드 전극에 관하여 개시하고 있다. 미국 특허 제4,612,077호는 마그네슘으로 이루어진 사워헤드 전극에 관하여 개시하고 있다. 미국 특허 제5,888,907호는 비정질 탄소, SiC 또는 Si로 이루어진 사워헤드 전극에 관하여 개시하고 있다. 미국 특허 제5,006,220호 및 제5,022,979호는 전부 SiC로 이루어진 사워헤드 전극 또는 고순도 SiC의 표면층을 제공하기 위하여 CVD로 증착된 SiC를 갖는 탄소 코팅 베이스(base)로 이루어진 사워헤드 전극에 관하여 개시하고 있다.

반도체 제조 장비의 부품들이 고순도 및 침식에 대한 저항이 필요하다는 면에서, 이러한 부품들에 사용되는 물질 및/또는 코팅을 개선하기 위한 기술이 필요하다. 더구나, 챔버 물질들과 관련하여, 플라즈마 반응 챔버의 동작 수명을 증가시키고 장치의 비가동 시간(down time)을 줄일 수 있는 물질들은 반도체 웨이퍼를 처리하는 비용을 줄이는데 있어서 이익이 된다.

#### 도면의 상세한 설명

제1 실시예에 따른 본 발명은 반도체 제조 장비 부품의 금속 표면 상에 침식 방지 코팅막을 제공하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 (a) 상기 부품의 금속 표면 상에 인 니켈 도금막을 증착하는 단계, 및 (b) 법을 제공한다. 상기 방법은 (a) 상기 부품의 금속 표면 상에 인 니켈 도금막 상에 세라믹 코팅막을 증착하는 단계를 포함한다. 상기 금속 표면은 플라즈마 챔버에 사용되는 양극 산화처리되거나(anodized) 또는 비양극 산화처리된(unanodized) 알루미늄, 스테인레스 스틸, 몰리브덴(molybdenum) 또는 다른 금속과 같은 내화 금속(refractory metal), 또는 합금일 수 있다. 상기 세라믹 코팅막은 알루미늄, SiC, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BC 또는 플라스마와 조화되는 다른 세라믹 물질이 될 수 있다.

제2 실시예에 따른 본 발명은 금속 부품을 제공한다. 상기 부품은 (a) 금속 표면, (b) 상기 금속 표면 상의 인 니켈 도금막, 및 (c) 상기 인 니켈 도금막 상의 외각 침식 방지 표면을 형성하는 세라믹 코팅막을 포함한다.

#### 도면의 간단한 설명

본 발명의 목적 및 장점은 다음의 도면과 관련하여 후술하는 바람직한 실시예의 상세한 설명으로부터 더욱 분명해 질 것이다.

도 1은 본 발명에 따라 침식 방지 코팅막으로 도포된 부품을 갖는 플라즈마 반응 챔버의 개략적인 단면도이다.

도 2는 도 1의 A 부분에 있는 침식 방지 코팅막을 상세하게 도시한 도면이다.

#### 실시예

본 발명은 플라즈마 공정 반응 챔버의 부품들과 같은 반도체 제조 장치 부품들의 금속 표면에 침식 저항을 제공하는 효과적인 방법을 제공한다. 이러한 부품들은 사워헤드, 배플(baffle), 링(ring), 노즐 등을 포함하는 가스 분배 시스템, 로봇암, 조임쇠, 내부 및 외부 챔버 벽 등과 같은 운송 모듈 부품들, 챔버 벽, 기판 지지대, 조임쇠, 가열 부재, 플라즈마 스크린, 라이너를 포함한다. 본 발명은 금속 표면을 갖는 모든 형태의 부품들에 적용할 수 있지만, 설명의 편의를 위하여, 본 발명은 그 전부가 여기에 한계 인용 문헌으로 결합되는 미국 특허 제5,820,723호에서 설명된 장치와 관련하여 더욱 상세하게 설명될 것이다.

도 1은 He 후면 냉각을 하는 동안 기판(60)에 RF 바이어스를 제공할 뿐만 아니라 기판(60)에 정전기적 플램핑 힘을 제공하는 기판 홀더(70)를 포함하는 진공 공정 반응 챔버를 도시한 도면이다. 초점 링(72)은 상기 기판 상에 있는 영역에서 플라즈마를 제한한다. 고밀도 플라즈마를 제공하기 위하여 적절한 RF 소스에 의해 전력이 가해지는 안테나(40)와 같이 챔버에 고밀도(예컨대, 10<sup>-10</sup> 이온/cm<sup>3</sup>) 플라즈마를 유지하기 위한 에너지 소스가 반응 챔버(10)의 상부에 구비된다. 상기 챔버는 상기 챔버의 바닥에서 가온되는 위치한 진공 포트(vacuum port)(20)를 통해 상기 챔버를 배기함에 의해 상기 챔버의 내부(30)를 바람직한 압력(예컨대, 50mTorr 이하, 전형적으로는 1~20mTorr)으로 유지하기 위한 적절한 진공 펌프 장치를 포함한다.

안테나(40)와 공정 챔버(10)의 내부 사이에 제공된 균일한 두께의 실질적으로 평평한 절연층(50)은 공정 챔버(10)의 상부에 진공벽을 형성한다. 가스 분배판(52)은 챔(50) 하부에 제공되고, 챔버(10)에 가스 서플라이(gas supply)로부터 공정 가스를 분배하기 위한 원형 홀과 같은 개구부를 포함한다. 원형 홀 라이너(54)는 가스 분배판으로부터 뱀어나가 기판 홀더(70)를 둘러싼다.

동작면에서, 실리콘 웨이퍼(60)와 같은 반도체 기판은 기판 홀더 상에 위치되고, He 후면냉각이 사용되는 동안 정전기적 플램핑(74)에 의해 전향적으로 위치된다. 공정 가스는 챔(50)과 가스 분배판(52) 사이의 갭(gap)을 통해 공정가스가 흐르도록 함에 의해 진공 공정 챔버(10)에 공급된다. 적절한 가스 분배판 배열(즉, 사워헤드)은 공동소유인 미국 특허출원 제08/509,080호, 제08/509,080호 및 제08/658,258호에 개시되어 있고, 상기 개시 내용은 본 출원에 참고문헌으로 결합된다. 예를 들면, 도 1에서 챔 및 가스 분배판 배열은 평평하고 균일한 두께이고, 평평하지 않은 및/또는 불균일한 두께 배열이 챔 및/또는 가스 분배판에 사용될 수 있다. 고밀도 플라즈마는 안테나(40)에 적절한 RF 파워를 인가함으로써 상기 기판 및 상기 챔 사이의 공간에서 점화된다.

플라즈마에 노출되고 침식의 징후를 보이는 양극 산화처리되거나(anodized) 비양극 산화처리된(unanodized) 알루미늄 벽과 같은 챔버 벽(28)과 기판 홀더(70), 조임쇠(56), 라이너(54) 등과 같은 금속 부품들은 본 발명에 따른 코팅을 위한 후보들이다. 따라서 플라즈마 챔버가 동작하는 동안에 그것들을 및 스크랩 필요가 없다. 코팅될 금속 및/또는 합금은 양극 산화처리되거나 비양극 산화처리된 알루미늄, 스테인레스 스틸, 텅스텐(W)과 몰리브덴(Mo)과 같은 내화 금속 및 그 합금, 구리 및 그 합금 등이다. 바람직한 실시예에서, 코팅될 부품들은 양극 산화처리되거나 비양극 산화처리된 알루미늄이 그 예이다. 바람직한 실시예에서, 코팅된 부품들은 조성, 그레인(grain) 구조 또는 표면 조건에 표면(28)을 갖는 챔버 벽(28)이다. 본 발명에 따른 코팅은 조성, 그레인(grain) 구조 또는 표면 조건에



제1항에 있어서, 상기 인 니켈 코팅막은 9 내지 12 중량 퍼센트의 인을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비 부품의 금속 표면 코팅 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 인 니켈 도금막은 0.002 내지 0.004 인치 범위의 두께로 증착되는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비 부품의 금속 표면 코팅 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 세라믹 코팅막을 형성하기 전에 상기 인 니켈 도금막을 표면 거칠기 처리하고, 상기 세라믹 코팅막은 상기 인 니켈 도금막의 전부 또는 일부를 덮도록 상기 인 니켈 도금막 상으로 상기 세라믹 코팅막을 플라즈마 스프레이함으로써 상기 거칠게 된 인 니켈 도금막 상에 증착되는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비 부품의 금속 표면 코팅 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 세라믹 코팅막은 0.005 내지 0.040 인치 범위의 두께로 증착되는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비 부품의 금속 표면 코팅 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 금속 표면은 양극 산화처리되거나 또는 비양극 산화처리된 알루미늄 또는 알루미늄 합금이고, 상기 세라믹 코팅막은  $Al_2O_3$ , SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BC 또는 AlN인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비 부품의 금속 표면 코팅 방법.

#### 청구항 10

- (a) 금속 표면;
- (b) 상기 금속 표면 상의 인 니켈 도금막; 및
- (c) 상기 인 니켈 표면 상에 최외각 표면을 형성하는 세라믹 코팅막을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 금속 표면은 양극 산화처리되거나 또는 비양극 산화처리된 알루미늄 또는 알루미늄 합금인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 세라믹 코팅막은  $Al_2O_3$ , SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BC 또는 AlN인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 13

제10항에 있어서, 상기 인 니켈 도금막은 9 내지 12 중량 퍼센트의 인을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 14

제10항에 있어서, 상기 인 니켈 도금막은 0.002 내지 0.004 인치 범위의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 15

제10항에 있어서, 상기 세라믹 코팅막은 0.005 내지 0.030 인치 범위의 두께를 갖는 플라즈마 방사 알루미늄 코팅막인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 16

제10항에 있어서, 상기 부품은 플라즈마 챔버 벽인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 17

제10항에 있어서, 상기 세라믹 코팅막은 균열 방지막인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 18

제10항에 있어서, 상기 인 니켈 도금막은 상기 세라믹 코팅막과 접촉하는 거친 표면을 포함하고, 상기 세라믹 코팅막은 열 스프레이 코팅막인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

#### 청구항 19

제10항에 있어서, 상기 세라믹 코팅막은 알루미늄이고, 상기 금속 표면은 양극 산화처리되거나 또는 비양극 산화처리된 알루미늄 또는 알루미늄 합금인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 부품.

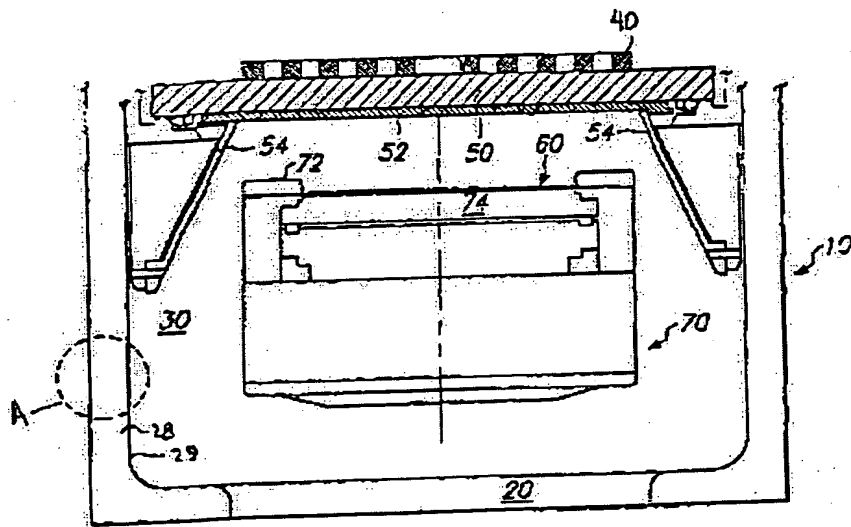
#### 청구항 20

제10항의 상기 부품을 포함하는 플라즈마 챔버내에서 반도체 기판을 처리하는 방법에 있어서,

상기 방법은 상기 반도체 기판의 노출된 표면을 플라즈마로 침식시키는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

도면

도면1



도면2

